

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT *POLYESTER* SERAT**  
**BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP**  
**PENGUJIAN PUNTIR**



Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu

Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

**MISBAH ZAINUL WAHID**

**NIM : D 200.11.0027**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT *POLYESTER* SERAT BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP PENGUJIAN PUNTIR”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 7 Oktober 2017

Yang menyatakan



Misbah Zainul Wahid

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir yang berjudul “**ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP PENGUJIAN PUNTIR**” telah disetujui dan telah diterima untuk memenuhi sebagai persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersempatkan Oleh :

Nama : MISBAH ZAINUL WAHID

NIM : D 200.11.0027

Disetujui pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 7 Oktober 2017

Pembimbing Utama



Ir. Bibit Sugito, MT



## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT **POLYESTER** SERAT BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP PENGUJIAN PUNTIR” telah dipertahankan dihadapan tim penguji yang telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh :

Nama : **MISBAH ZAINUL WAHID**

NIM : **D 200.11.0027**

Disetujui pada,

Hari : Sabtu

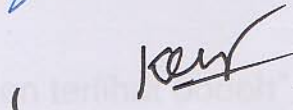
Tanggal : 7 Oktober 2017

Tim Penguji :

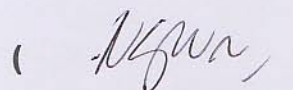
Ketua : **Ir. Bibit Sugito, MT**

(  )

Anggota 1 : **Ir. Masyrukan, MT**

(  )


Anggota 2 : **Ir. Ngafwan, MT**

(  )

Dekan

  
**Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D**

Ketua Jurusan

  
**Ir. Subroto, MT**

## **HALAMAN MOTTO**

”Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri”

(Q. S. Ar-Ra’d 11)

“Penderitaan jiwa mengarahkan keburukan. Putus asa adalah sumber kesesatan; dan kegelapan hati adalah pangkal penderitaan jiwa”

(Bediuzzaman Said Nursi)

“Waktu takkan berputar kembali, hidup bukan untuk disesali”

(Aftercoma)

“Jangan takut untuk disalahkan dan terlihat bodoh”

(Penulis)

# **ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP PENGUJIAN PUNTIR**

**Misbah Zainul Wahid, Bibit Sugito**

Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Surakarta

Email : [misbahzw115@gmail.com](mailto:misbahzw115@gmail.com)

## **ABSTRAKS**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan poros komposit serat batang waru bermatrik polyester terhadap pengujian puntir dan mengamati foto makro patahan setelah pengujian puntir.*

*Proses awal dari penelitian ini adalah pemotongan batang pohon waru dilanjutkan perendaman dengan air selama 1 bulan. Selanjutnya proses pengelupasan serat dari batangnya diambil 2 lapisan kulit terluar. Pembilasan menggunakan bantuan air bersih. Penjemuran di bawah sinar matahari sampai kering, kemudian proses perendaman dengan KMnO<sub>4</sub> 5% per 1 liter aquades selama 2 jam. Penjemuran di bawah sinar matahari sampai kering dilanjutkan proses oven hingga kadar air 10 %. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode cetak (molding), perbandingan serat 30%, orientasi serat 30°/-30°, 50°/-50°, dan 70°/-70°, menggunakan resin polyester seri BQTN 157. Adapun proses pengujian yaitu pengujian puntir yang digunakan untuk mendeskripsikan kekuatan puntir dan mengamati foto makro patahan komposit polyester serat batang waru.*

*Hasil pengujian puntir pada komposit yang disusun simetri 30°/-30°, 50°/-50°, dan 70°/-70°, kekuatan puntir untuk sudut orientasi serat 30° adalah sebesar 7.207 kg/mm<sup>2</sup>, sudut orientasi serat 50° adalah sebesar 6.262 kg/mm<sup>2</sup> dan sudut orientasi serat dengan kekuatan puntir optimum adalah pada sudut orientasi serat 70° sebesar 8.270 kg/mm<sup>2</sup>. Regangan geser untuk sudut orientasi serat 70° sebesar 0.158, sudut orientasi serat 50° sebesar 0.223 dan sudut orientasi serat dengan regangan optimum adalah pada orientasi serat 30° sebesar 0.360. Modulus geser optimum terdapat pada orientasi serat 50° sebesar 62.710 kg/mm<sup>2</sup>, untuk orientasi serat 30° sebesar 20.190 kg/mm<sup>2</sup> dan orientasi serat 70° sebesar 51.997 kg/mm<sup>2</sup>. Dari hasil foto makro dapat disimpulkan bahwasanya pada sudut  $\pm 70^\circ$  terlihat pull-out fiber yang merata.*

**Kata kunci : Serat Batang Pohon Waru, Resin Polyester, Variasi Sudut, Poros Komposit.**

# **STRENGTH ANALYSIS OF HIBISCUS FIBER TRUNK POLYESTER COMPOSITE SHAFT WHICH IS ARRANGED IN SYMMETRY 30°, 50°, 70° AGAINST TORSION TEST**

**Misbah Zainul Wahid, Bibit Sugito**

Mechanical Engineering Muhammadiyah University of Surakarta

A. Yani Street Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : [misbahzw115@gmail.com](mailto:misbahzw115@gmail.com)

## **ABSTRACTION**

*The purpose of this research is to know the strength of hibiscus bark fiber composite polyester shaft on the torsion testing and to observe the macro photo of the fracture after the torsion test.*

*The initial process of cutting the bark of the hibiscus tree bark trunk hibiscus continued immersion for 1 month. Furthermore, the process of peeling fibers from the stalks were taken 2 layers of the skin. Flushing using clean water aid. The drying under the sun to dry subsequent immersion process KMnO<sub>4</sub> 5% per 1 liter of distilled water for 2 jam. Penjemuran under the sun to dry oven process continued until the water content of 10%. Manufacture of composites made with a printing method (molding), the ratio of 30% fiber, fiber orientation of 30 ° / -30 °, 50 ° / -50 °, and 70 ° / -70 °, using polyester resin BQTN series 157. The testing process is torsion testing that is used to describe the torsional strength and fracture observed macro image composite polyester fiber trunk hibiscus.*

*The test results are compiled composite twist on the symmetry of 30 ° / -30 °, 50 ° / -50 °, and 70 ° / -70 °, the torsional strength of the fiber orientation angle of 30 ° is equal to 7207 kg / mm<sup>2</sup>, fiber orientation angle 50o amounted 6,262 kg / mm<sup>2</sup> and fiber orientation angle with optimum torsional strength is at an angle of 70 ° fiber orientation of 8270 kg / mm<sup>2</sup>. Shear strain to the fiber orientation angle of 70o of 0158, fiber orientation angle of 50o for 0223 and the angle of fiber orientation with optimum strain is at 30 ° fiber orientation for 0360. The optimum shear modulus is contained in the 50 ° fiber orientation of 62 710 kg / mm<sup>2</sup> to 30 ° fiber orientation of 20 190 kg / mm<sup>2</sup> and 70 ° fiber orientation of 51 997 kg / mm<sup>2</sup>. From the results we can conclude that the macro image at an angle of ± 70 ° seen pull-out fiber evenly.*

**Key Words :** Hibiscus Bark Fiber Trunk, Polyester Resin, Angle Variation, Composite Shaft.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Dengan rasa syukur kehadiran Allah SWT, tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Bapak, ibu dan adik yang selalu mendoakan, menyayangi, memberi dukungan serta motivasi hingga saat ini.
2. Seluruh teman – teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang senantiasa memberi dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.
3. Seluruh keluarga besar Unit Seni dan Film, terima kasih atas semua dukungan dan semangat.



## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang senantiasa melimpahkan segala rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISA KEKUATAN POROS KOMPOSIT *POLYESTER* SERAT BATANG WARU YANG DISUSUN SIMETRI 30°, 50°, 70° TERHADAP PENGUJIAN PUNTIR**” tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka dari itu dengan segenap kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, MT, selaku ketua jurusan Teknik Mesin dan pembimbing akademik.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, MT, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta bersedia meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan penjelasan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Masyrukan, MT dan Ir.Ngafwan, MT, selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir.

5. Dosen jurusan teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk ilmu pengetahuan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kuliah.
6. Staf tata usaha jurusan teknik mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang membantu dalam pelayanan administrasi dan kelancaran tugas akhir.
7. Keluarga tercinta, untuk do'a, dukungan, perhatian, serta kasih sayang yang sangat luar biasa.
8. Teman – teman jurusan Teknik Mesin angkatan 2010 dan 2011, yang banyak memberikan motivasi dan semangat bagi penulis.
9. Keluarga besar Unit Seni dan Film, yang telah memberikan semangat, motivasi, kebersamaan dan ilmu bagi penulis.
10. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari bahwa karya ini tidak lepas dari kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati dan penulis ucapkan banyak terima kasih, semoga dapat berguna untuk perbaikan karya selanjutnya. Penulis berharap semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Surakarta, Oktober 2017

Misbah Zainul Wahid

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
ABSTRAKSI.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Pustaka .....	6
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Komposit.....	9

2.2.2	Klasifikasi Komposit .....	12
2.2.3	Sifat Komposit.....	17
2.2.4	Bagian Komposit.....	18
2.2.5	Serat .....	20
2.2.6	Matrik .....	23
2.2.7	Alkalisasi.....	26
2.2.8	Pengujian.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.2	Prosedur Penelitian .....	31
3.2.1	Studi Pustaka.....	31
3.2.2	Studi Lapangan.....	31
3.2.3	Persiapan Alat .....	31
3.2.4	Persiapan Bahan .....	32
3.2.5	Pengambilan Serat Batang Kulit Waru .....	32
3.2.6	Perendaman dan Pengeringan Serat Tahap Pertama .....	33
3.2.7	Pencucian Serat Menggunakan Caikran Kimia KMnO <sub>4</sub> .....	34
3.2.8	Pengeringan Serat Tahap Kedua .....	34
3.2.9	Pemotongan Serat.....	35
3.2.10	Pengovenan Serat .....	35
3.2.11	Pengecekan Kadar Air .....	36
3.2.12	Pembuatan Komposit.....	37
3.2.13	Pengujian Tarik.....	39
3.2.14	Foto Makro.....	40
3.3	Bahan dan Alat.....	41
3.3.1	Bahan .....	41
3.3.2	Peralatan Pendukung .....	44

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1    Pengujian Spesimen Komposit .....	48
4.1.1    Pengujian Puntir .....	48
4.1.2    Pengamatan Foto Makro .....	57
BAB V PENUTUP .....	61
5.1    Kesimpulan .....	61
5.2    Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Komposisi Komposit.....	9
Gambar 2.2	Dimensi Spesimen Uji .....	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 3.2	Pengambilan Serat Batang Pohon Waru.....	33
Gambar 3.3	Penjemuran Serat Batang Kulit Waru Tahap Pertama.....	34
Gambar 3.4	Pencucian Serat Menggunakan Cairan Kimia $Kmno_4$ .....	34
Gambar 3.5	Penjemuran Serat Kulitwaru Tahap Kedua .....	35
Gambar 3.6	Pemotongan Serat .....	35
Gambar 3.7	Proses Pengovenan Serat.....	36
Gambar 3.8	Proses Pengecekan Kadar Air Menggunakan TDS Meter ( <i>Hold</i> ) <i>Water Quality Tester</i> .....	37
Gambar 3.9	Spesimen Poros Komposit .....	37
Gambar 3.10	Spesimen Uji Puntir.....	38
Gambar 3.11	Alat Uji Puntir.....	40
Gambar 3.12	Alat Foto Makro <i>Dinolite</i> .....	41
Gambar 3.13	Serat Batang Kulit Waru .....	41
Gambar 3.14	Resin Dan Katalis.....	42
Gambar 3.15	<i>Kalium Permanganat</i> .....	43
Gambar 3.16	<i>Aquadest</i> .....	43
Gambar 3.17	Timbangan Digital .....	44
Gambar 3.18	Jangka Sorong .....	45
Gambar 3.19	Alat Penggulung .....	45
Gambar 3.20	Cetakan Dalam.....	45
Gambar 3.21	Cetakan Luar.....	46
Gambar 3.22	Alat Suntik .....	46
Gambar 3.23	Kantong Plastik .....	47
Gambar 3.24	Pencekam .....	47

Gambar 4.1	Grafik Hasil Pengujian Orientasi Serat 30° .....	49
Gambar 4.2	Grafik Hasil Pengujian Orientasi Serat 50° .....	50
Gambar 4.3	Grafik Hasil Pengujian Orientasi Serat 70° .....	51
Gambar 4.4	Grafik Hasil Pengujian Rata – Rata.....	52
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Regangan Geser .....	53
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Tegangan Geser dengan Orientasi Sudut Puntir.....	54
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Regangan Geser dengan Orientasi Sudut Puntir.....	55
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Modulus Geser dengan Orientasi Sudut Puntir .....	56
Gambar 4.9	Pengamatan Hasil Foto Patahan Spesimen Uji Puntir Variasi Sudut $\pm 30^\circ$ dengan Pembesaran 35x .....	57
Gambar 4.10	Pengamatan Hasil Foto Patahan Spesimen Uji Puntir Variasi Sudut $\pm 50^\circ$ dengan Pembesaran 35x .....	58
Gambar 4.11	Pengamatan Hasil Foto Patahan Spesimen Uji Puntir Variasi Sudut $\pm 70^\circ$ dengan Pembesaran 35x .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Keuntungan dan Kerugian dari Komposit Komersia .....	10
Tabel 2.2	Komposisi Unsur Kimia Serat Alam .....	22
Tabel 2.3	Kekuatan Serat Alam .....	23
Tabel 2.4	Karakteristik <i>Unsaturated Polyester</i> Yukalac 157® BQTN – EX .....	25
Tabel 4.1	Dimensi Spesimen Uji Puntir .....	48
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Orientasi Serat 30° .....	49
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Orientasi Serat 50° .....	50
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Orientasi Serat 70° .....	51
Tabel 4.5	Hasil Pengolahan Data Pengujian Puntir .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keterangan Pengujian Puntir Universitas Gadjah Mada
2. Data Hasil Pengujian Puntir
3. Hasil Perhitungan Tegangan Geser
4. Hasil Perhitungan Regangan Geser
5. Hasil Perhitungan Modulus Geser
6. Jurnal Pengujian Poros Komposit Serat Gelas Berlapis Simetri Dengan Lapisan Bersudut (*Angle Ply*)
7. Jurnal Karakterisasi Kekuatan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliceus*) Kontinyu Laminat Dengan Perlakuan Alkali Bermatriks Polyester